

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

USP032029 22  
03604-05

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2003年 1月 9日

出願番号

Application Number:

特願2003-003540

[ST.10/C]:

[JP2003-003540]

出願人

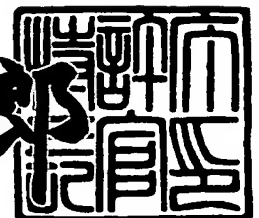
Applicant(s):

東京エレクトロン株式会社

2003年 5月23日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3038712

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP022442

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/302  
H01L 21/3065

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター  
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 布瀬 暁志

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100099944

【弁理士】

【氏名又は名称】 高山 宏志

【電話番号】 045-477-3234

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 062617

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9606708

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 エッチング対象層と、このエッチング対象層を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆う開口パターンが形成されたマスク層とを有する被処理体を載置台に載置する工程と、

$H_2$  をプラズマ化し、前記マスク層の開口パターンを通して前記反射防止層をエッチングする第1エッチング工程と、

$CF_4$  と  $H_2$  をプラズマ化し、前記マスク層の開口パターンを通して前記エッチング対象層を途中までエッチングする第2エッチング工程と、

この第2エッチング工程の後、エッチングガスをプラズマ化し、前記エッチング対象層をエッチングする第3エッチング工程とを有することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項2】 前記マスク層は  $ArF$  フォトレジストまたは  $F_2$  フォトレジストからなることを特徴とする請求項1に記載のプラズマ処理方法。

【請求項3】 前記マスク層はメタクリル酸樹脂からなることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のプラズマ処理方法。

【請求項4】 前記エッチングガスは  $CF_4$  と  $H_2$  の混合ガスとは別のガスであることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のプラズマ処理方法。

【請求項5】 前記エッチングガスはフロロカーボンを含むガスであることを特徴とする請求項4に記載のプラズマ処理方法。

【請求項6】 前記エッチングガスは  $C_5F_8$  と  $O_2$  とを含むガスであることを特徴とする請求項5に記載のプラズマ処理方法。

【請求項7】 エッチング対象層と、このエッチング対象層を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆う開口パターンが形成されたアクリル酸樹脂からなるマスク層とを有する被処理体を載置台に載置する工程と、

$CF_4$  をプラズマ化し、前記マスク層の開口パターンを通して前記反射防止層をエッチングする第1エッチング工程と、

$\text{CF}_4$  と  $\text{H}_2$  をプラズマ化し、前記マスク層の開口パターンを通して前記エッチング対象層を途中までエッチングする第2エッチング工程と、

この第2エッチング工程の後、フロロカーボンを含むエッチングガスをプラズマ化し、前記エッチング対象層をエッチングする第3エッチング工程とを有することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項8】 エッチング対象層と、このエッチング対象層を覆う開口パターンが形成された  $\text{ArF}$  フォトリソグまたは  $\text{F}_2$  フォトリソグで構成されたマスク層とを有する被処理体を載置台に載置する工程と、

$\text{CF}_4$  と  $\text{H}_2$  をプラズマ化し、前記マスク層の開口パターンを通して前記エッチング対象層を途中までエッチングする初期エッチング工程と、

この初期エッチング工程の後、フロロカーボンを含むエッチングガスをプラズマ化し、前記エッチング対象層をエッチングする主エッチング工程とを有することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項9】 前記エッチング対象層は  $\text{SiO}_2$  層であることを特徴とする請求項1から請求項8のいずれか1項に記載のプラズマ処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体装置の製造工程においてプラズマ処理を行うプラズマ処理方法に関し、特に、マスク層の形状を維持しながらプラズマエッチングを行う方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

エッチング対象層をプラズマエッチングする際にはフォトリソグ等のレジストマスクが用いられている。特に最近では微細加工の要請に応じて約  $0.13\mu\text{m}$  以下の開口パターンを形成するのに適した  $\text{ArF}$  フォトリソグや  $\text{F}_2$  フォトリソグ、すなわち、 $\text{ArF}$  ガスや  $\text{F}_2$  ガスを発光源としたレーザー光で露光するフォトリソグがよく使用されている。このレジストマスク層の開口パターンを通してエッチング対象層をプラズマエッチングする際には、 $\text{C}_5\text{F}_8$  と  $\text{O}_2$  と

Ar の混合ガス等を用いて一段階で行っている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、ArF フォトリソ層やF<sub>2</sub> フォトリソ層は耐プラズマ性が低いため、エッチング途中でフォトリソ層の表面が荒れてしまうという問題がある。このようにフォトリソ層の表面が荒れてしまうことで、エッチングの進行とともに、開口部の形状が変化して、設計した開口形状のエッチング孔やエッチング溝が形成できなくなってしまう不都合が生じる。また、エッチング途中で、フォトリソ層がなくなる箇所ができ、本来エッチングしたくない箇所もエッチングされてしまうという不都合もある。

【0004】

フォトリソ層の耐プラズマ性を向上させる方法として、フォトリソ層表面に紫外線、電子線やイオンビームを照射する方法、フォトリソ層を加熱硬化する方法や有機シリコン化合物に熱や光のエネルギーを与えて薄い硬化層をフォトリソ層表面にコーティングする方法があるが、プラズマ生成手段とは別に紫外線照射手段や加熱手段等が必要となるためコストアップを招いてしまい現実的ではない。

【0005】

本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、マスク層の形状を維持しながらエッチング対象層をプラズマエッチングすることができるプラズマ処理方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するための第1の発明は、エッチング対象層と、このエッチング対象層を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆う開口パターンが形成されたマスク層とを有する被処理体を載置台に載置する工程と、H<sub>2</sub>をプラズマ化し、前記マスク層の開口パターンを通して前記反射防止層をエッチングする第1エッチング工程と、CF<sub>4</sub>とH<sub>2</sub>をプラズマ化し、前記マスク層の開口パターンを通して前記エッチング対象層を途中までエッチングする第2エッチング工程と、こ

の第2エッチング工程の後、エッチングガスをプラズマ化し、前記エッチング対象層をエッチングする第3エッチング工程とを有することを特徴とするプラズマ処理方法である。

## 【0007】

この第1の発明においては、 $\text{CF}_4$ と $\text{H}_2$ のプラズマを用いたエッチング対象層の第2エッチング工程によって、マスク層表面に、特にエッチング対象層との境界付近により多く保護膜が形成され、その後の第3エッチング工程におけるマスク層の形状の変形を抑制することができる。また、反射防止層を $\text{H}_2$ のプラズマを用いてエッチングすることにより、第3エッチング工程におけるマスク層の形状の変形をより有効に抑制することができる。これは、 $\text{H}_2$ のプラズマによりマスク層の表面近傍から酸素原子が脱離して構造的により強固な炭素間結合が形成されるためと考えられる。

## 【0008】

この第1の発明は、マスク層がプラズマによって変形しやすい $\text{ArF}$ フォトリソジストまたは $\text{F}_2$ フォトリソジストからなるものである場合に有効であり、マスク層材料としてプラズマによって特に変形しやすいメタクリル酸樹脂からなるものであるときに特に有効である。なお、メタクリル酸樹脂とはその構造中にメタクリル酸が取り込まれている樹脂をいう。

## 【0009】

上記第1の発明において、第3エッチング工程で用いられるエッチングガスは第2エッチング工程で用いられる $\text{CF}_4$ と $\text{H}_2$ の混合ガスとは別のガスであることが好ましい。第2エッチング工程でマスク層の形状の変形を抑制する構造ができたので、エッチングガスを切り替えて、より異方的エッチング可能なエッチングガスや、よりエッチングが速いエッチングガスを用いることで所望のエッチングを行うことができる。この場合に、第3エッチング工程で用いられるエッチングガスはフロロカーボンを含むガス、特に $\text{C}_5\text{F}_8$ と $\text{O}_2$ とを含むガスであることが好ましい。エッチング対象層をより異方的に、より速くエッチングすることができるからである。

## 【0010】

第2発明は、エッチング対象層と、このエッチング対象層を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆う開口パターンが形成されたアクリル酸樹脂からなるマスク層とを有する被処理体を載置台に載置する工程と、 $\text{CF}_4$ をプラズマ化し、前記マスク層の開口パターンを通して前記反射防止層をエッチングする第1エッチング工程と、 $\text{CF}_4$ と $\text{H}_2$ をプラズマ化し、前記マスク層の開口パターンを通して前記エッチング対象層を途中までエッチングする第2エッチング工程と、この第2エッチング工程の後、フロロカーボンを含むエッチングガスをプラズマ化し、前記エッチング対象層をエッチングする第3エッチング工程とを有することを特徴とするプラズマ処理方法である。なお、アクリル酸樹脂とはその構造中にアクリル酸が取り込まれている樹脂をいう。

## 【0011】

この第2発明においても、 $\text{CF}_4$ と $\text{H}_2$ のプラズマを用いたエッチング対象層の第2エッチング工程によって、マスク層表面に、特にエッチング対象層との境界付近により多く保護膜が形成され、その後の第3エッチング工程におけるマスク層の形状の変形を抑制することができる。また、マスク層を微細加工可能なマスク材の中で比較的変形耐性の高いアクリル酸樹脂からなるものとしたので、反射防止層のエッチングにおいて $\text{H}_2$ ガスを用いなくても、第3エッチング工程におけるマスク層の形状の変形はほとんど生じない。したがって、第1エッチング工程では、 $\text{H}_2$ よりもエッチングレートが高く、マスク層へのダメージがフロロカーボンの中でも最も少ない $\text{CF}_4$ のプラズマを用いて高速で反射防止層をエッチングすることができる。

## 【0012】

また、第3の発明は、エッチング対象層と、このエッチング対象層を覆う開口パターンが形成されたArFフォトリソグリスまたは $\text{F}_2$ フォトリソグリスで構成されたマスク層とを有する被処理体を載置台に載置する工程と、 $\text{CF}_4$ と $\text{H}_2$ をプラズマ化し、前記マスク層の開口パターンを通して前記エッチング対象層を途中までエッチングする初期エッチング工程と、この初期エッチング工程の後、フロロカーボンを含むエッチングガスをプラズマ化し、前記エッチング対象層をエッチングする主エッチング工程とを有することを特徴とするプラズマ処理方法であ

る。

【0013】

この第3の発明においては、 $\text{CF}_4$ と $\text{H}_2$ のプラズマを用いたエッチング対象層の初期エッチング工程によって、 $\text{ArF}$ フォトリソストまたは $\text{F}_2$ フォトリソストで構成されたマスク層表面に、特にエッチング対象層との境界付近により多く保護膜が形成され、その後の主エッチング工程におけるマスク層の形状の変形を抑制することができる。

【0014】

これら第1、第2、第3の発明は、エッチング対象層が $\text{SiO}_2$ 層であるときに好適に実施することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

図1は、本発明が実施されるプラズマエッチング装置1を示す断面図である。処理容器2は金属、例えば、表面が酸化処理されたアルミニウムにより形成されていて、保安接地されている。処理容器2内の底部には絶縁体3を介して、平行平板電極の下部電極として機能するサセプタ5が設けられている。このサセプタ5には、ハイパスフィルタ（HPF）6が接続されており、さらに、整合器51を介して第2の高周波電源50が接続されている。サセプタ5の上には静電チャック11が設けられ、その上には半導体ウエハ等の被処理体Wが載置されている。

【0016】

被処理体Wは、 $\text{SiO}_2$ 層等のエッチング対象層と、このエッチング対象層を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆う開口パターンが形成された $\text{ArF}$ フォトリソストまたは $\text{F}_2$ フォトリソスト等からなるマスク層とを有する。

【0017】

$\text{ArF}$ フォトリソストや $\text{F}_2$ フォトリソストとしては、アクリル樹脂、シクロオレフィン樹脂、シクロオレフィン-無水マレイン酸樹脂、メタクリル酸樹脂、アクリル樹脂等を使用することができる。



## 【0018】

また、エッチング対象層としては、上記 $\text{SiO}_2$ 層の他、TEOS、BPSG、PSG、SOG、熱酸化層、HTO、FSG、有機系シリコン酸化物層、CORAL（ノベラス社）等の酸化層（酸素化合物）、低誘電体有機絶縁層等や金属、金属化合物等が適用可能である。

## 【0019】

静電チャック11は、絶縁体間に電極12が介在された構成をしており、電極12に接続された直流電源13を印加することにより、被処理体Wを静電吸着する。そして、被処理体Wを囲むようにSiや $\text{SiO}_2$ 等からなるフォーカスリング15が配置されていて、エッチングの均一性を向上させている。

## 【0020】

また、サセプタ5の上方には、サセプタ5と対向するようにシャワーヘッド状のシリコン等からなる上部電極板24が支持体25に支持されて設けられている。上部電極板24と支持体25でサセプタ5に対向する平行平板電極の上部電極21を構成している。上部電極21には、ローパスフィルター42が接続されており、さらに整合器41を介して第1の高周波電源40が接続されている。

## 【0021】

上部電極21の上面の中央にはガス導入口26が設けられ、このガス導入口26には、ガス供給管27が接続されており、このガス供給管27には、ガス導入口26側から順に、バルブ28、マスフローコントローラ29、エッチングガス供給源30が接続されている。このエッチングガス供給源30からは、例えば $\text{H}_2$ 、 $\text{CF}_4$ 、直鎖 $\text{C}_5\text{F}_8$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}$ 、Ar等が供給される。

## 【0022】

一方、処理容器2の底部には排気管31が接続されており、この排気管31には排気装置35が接続されている。また、処理容器2の側壁にはゲートバルブ32があり、被処理体Wが、隣接するロードロック室（図示せず）との間で搬送されるようになっている。

## 【0023】

次に、上記のプラズマエッチング装置1を用いて、図2（a）のような、エッ

チング対象層である  $\text{SiO}_2$  層 6 1 と、これを覆う反射防止層 6 3 と、反射防止層 6 3 を覆う開口パターンが形成されたマスク層である  $\text{ArF}$  フォトレジスト層 6 5 を有する被処理体 W について、 $\text{ArF}$  フォトレジスト層 6 5 の開口パターンを介して反射防止膜 6 3 および  $\text{SiO}_2$  層 6 1 をエッチングする工程について説明する。

#### 【 0 0 2 4 】

本実施形態においては、このようなエッチング工程を、 $\text{ArF}$  フォトレジスト層 6 5 の開口パターンを通して反射防止膜 6 3 をプラズマエッチングする第 1 エッチング工程と、 $\text{ArF}$  フォトレジスト層 6 5 の開口パターンを通して  $\text{SiO}_2$  層 6 1 を途中までエッチングする第 2 エッチング工程と、第 2 エッチング工程の後に  $\text{SiO}_2$  層 6 1 をさらにエッチングする第 3 エッチング工程の 3 段階で行う。これらのうち第 2 エッチング工程は  $\text{SiO}_2$  層 6 1 の初期エッチング工程として行われ、第 3 エッチング工程は  $\text{SiO}_2$  層 6 1 の主エッチング工程として行われる。

#### 【 0 0 2 5 】

まず、ゲートバルブ 3 2 を開放して、被処理体 W を処理容器 2 内に搬入し、静電チャック 1 1 上に配置する。次いで、ゲートバルブ 3 2 を閉じ、排気装置 3 5 によって処理容器 2 内を減圧した後、バルブ 2 8 を開放し、エッチングガス供給源 3 0 から  $\text{H}_2$  を供給し、処理容器 2 内の圧力を所定の値とする。この状態で第 1、第 2 の高周波電源 4 0、5 0 から高周波電力を供給し、 $\text{H}_2$  をプラズマ化して被処理体 W に作用させ  $\text{ArF}$  フォトレジスト層 6 5 の開口パターンを通して反射防止層 6 3 をエッチングする（第 1 のエッチング；図 2（a））。一方、第 1、第 2 の高周波電源 4 0、5 0 から高周波電力を供給するタイミングの前後に、直流電源 1 3 を静電チャック 1 1 内の電極 1 2 に印加して、被処理体 W を静電チャック 1 1 上に静電吸着させる。エッチング中に、所定の発行強度を終点検出器（図示せず）によって検出し、これに基づいて高周波電力の供給を停止し第 1 エッチング工程を終了する。

#### 【 0 0 2 6 】

次いで、同一処理容器内または別の処理容器内に第 1 エッチング工程と同様に

して $\text{CF}_4$ と $\text{H}_2$ の混合ガスを供給し、フォトレジスト層65の開口パターンを通して $\text{SiO}_2$ 層61を途中までエッチングする（第エッチング工程；図2（b））。所定のエッチング時間、例えば60秒が経過したらこの第2エッチング工程を終了する。その後、同一処理容器内または別の処理容器内に第2エッチング工程と同様にして第2エッチング工程とは異なるガス、例えば直鎖 $\text{C}_5\text{F}_8$ と $\text{O}_2$ と $\text{Ar}$ の混合ガスを供給し、 $\text{SiO}_2$ 層61をさらにエッチングする（第3エッチング工程；図2（c））。終点検出に基づいてこの第3エッチング工程を終了する。

## 【0027】

このように、 $\text{CF}_4$ と $\text{H}_2$ のプラズマを用いた $\text{SiO}_2$ 層61の第2エッチング工程によって、マスク層である $\text{ArF}$ フォトレジスト層65の表面に、特に $\text{SiO}_2$ 層61との境界付近により多く保護膜が形成され、その後の第3エッチング工程において $\text{ArF}$ フォトレジスト層65の形状の変形を抑制することができる。また、第1エッチング工程において、反射防止層63を $\text{H}_2$ のプラズマを用いてエッチングすることにより、第3エッチング工程における $\text{ArF}$ フォトレジスト層65の形状の変形をより有効に抑制することができる。

## 【0028】

このようなプラズマによる $\text{ArF}$ フォトレジスト層65の形状の変形を抑制する効果は、その材料が特にプラズマによって変形しやすいメタクリル酸樹脂の場合に顕著なものとなるが、アクリル酸樹脂等、他の樹脂であっても同様の効果を得ることができる。ただし、フォトレジスト層の材料がアクリル酸樹脂の場合には、微細加工可能なマスク材の中でプラズマに対する変形耐性が比較的大きいので、反射防止層をエッチングする第1エッチングの際に必ずしも $\text{H}_2$ ガスを用いる必要はなく、 $\text{H}_2$ よりもエッチングレートが高く、マスク層へのダメージがフッ素カーボンの中でも最も少ない $\text{CF}_4$ のプラズマを用いて高速で反射防止層63をエッチングすることができる。

## 【0029】

また、第3エッチング工程のエッチングガスとして、直鎖 $\text{C}_5\text{F}_8$ と $\text{O}_2$ とを含むガスを用いることにより、エッチング対象層である $\text{SiO}_2$ 層61をより異

方的に、より速くエッチングすることができる。なお、第3エッチング工程のエッチングガスは、これに限るものではないが、第2エッチング工程で用いられる $\text{CF}_4$ と $\text{H}_2$ の混合ガスとは別のガスであることが好ましい。これは、第2エッチング工程でマスク層の形状の変形を抑制する構造を形成した後、第3エッチング工程のエッチングガスに切り替えることにより、例えば、より異方的エッチングやより高速のエッチング等所望の機能を持たせることができるからである。 $\text{SiO}_2$ 層61をより異方的に、より速くエッチングする観点からは、エッチングガスとしてフロロカーボンを含むガスを好適に用いることができるが、上述した直鎖 $\text{C}_5\text{F}_8$ と $\text{O}_2$ とを含むガスが特に好ましい。

## 【0030】

以上は、反射防止層63が存在する場合のエッチング工程について説明したが、反射防止層が存在しない場合には、上記第1のエッチング工程を省略して、最初に、 $\text{CF}_4$ と $\text{H}_2$ をプラズマ化し、 $\text{ArF}$ フォトリソ層の開口パターンを通してエッチング対象層である $\text{SiO}_2$ 層を途中までエッチングする初期エッチング工程を実施し、この初期エッチング工程の後、好ましくはフロロカーボンを含むエッチングガス、より好ましくは上述した直鎖 $\text{C}_5\text{F}_8$ と $\text{O}_2$ とを含むガスをプラズマ化し、エッチング対象層である $\text{SiO}_2$ 層の残部をエッチングする主エッチング工程を実施すればよい。この場合にもマスク層である $\text{ArF}$ レジスト層表面に、特にエッチング対象層である $\text{SiO}_2$ 層との境界付近により多く保護膜が形成され、その後の主エッチング工程における $\text{ArF}$ レジスト層の形状の変形を抑制することができる。

## 【0031】

なお、マスク層としては $\text{ArF}$ レジストに限らず、 $\text{F}_2$ レジストであっても同様の効果を得ることができる。また、エッチング対象層も $\text{SiO}_2$ 層に限らず、 $\text{TEOS}$ 、 $\text{BPSG}$ 、 $\text{PSG}$ 、 $\text{SOG}$ 、熱酸化層、 $\text{HTO}$ 、 $\text{FSG}$ 、有機系シリコン酸化物層、 $\text{CORAL}$ （ノベラス社）等の酸化層（酸素化合物）、低誘電体有機絶縁層等や金属、金属化合物等を用いても同様の効果を得ることができる。

## 【0032】

## 【実施例】

上記図2に示す被処理体の反射防止層63およびエッチング対象層であるSiO<sub>2</sub>層61について、図1に示す装置を用いて表1に示す条件のNo. 1~6のエッチングを行った。なお、いずれのエッチングにおいても、第1の高周波電源の周波数を60MHzとし、第2の高周波電源の周波数を2MHzとした。

#### 【0033】

具体的には、No. 1~3はArFフォトリソ層65としてアクリル酸樹脂を用いたものであり、いずれも第3エッチング工程はC<sub>4</sub>F<sub>6</sub>とO<sub>2</sub>とArとを用いており、これらの中でNo. 1は第1エッチング工程でCF<sub>4</sub>を用い、第2エッチング工程を行わなかったもの、No. 2は第1エッチング工程でCF<sub>4</sub>を用い、第2エッチング工程でCF<sub>4</sub>とH<sub>2</sub>とを用いたもの、No. 3は第1エッチング工程でH<sub>2</sub>を用い、第2エッチング工程でCF<sub>4</sub>とH<sub>2</sub>とを用いたものである。また、No. 4~6はArFフォトリソ層65としてメタクリル酸樹脂を用いたものであり、いずれも第3エッチング工程は直鎖C<sub>5</sub>F<sub>8</sub>とO<sub>2</sub>とArとを用いており、これらの中でNo. 4は第1エッチング工程でCF<sub>4</sub>を用い、第2エッチング工程を行わなかったもの、No. 5は第1エッチング工程でCF<sub>4</sub>を用い、第2エッチング工程でCF<sub>4</sub>とH<sub>2</sub>とを用いたもの、No. 6は第1エッチング工程でH<sub>2</sub>を用い、第2エッチング工程でCF<sub>4</sub>とH<sub>2</sub>とを用いたものである。

#### 【0034】

全工程終了後、各条件のサンプルについてArFフォトリソ層65の形状の変形を調査した。その結果、ArFフォトリソ層65としてアクリル酸樹脂を用いたNo. 1~3のうち、第2エッチング工程を行わなかったNo. 1はフォトリソ層の変形の指標である縦筋が存在していたが、第2エッチング工程を行ったNo. 2、3では、第1エッチング工程で使用したガスにかかわらず、縦筋が存在していなかった。一方、ArFフォトリソ層65としてアクリル酸樹脂より耐プラズマ性が低いメタクリル酸樹脂を用いたNo. 4~6のうち、第2エッチング工程を行わなかったNo. 4は縦筋が存在していた。また、第1エッチング工程でCF<sub>4</sub>を用い第2エッチング工程を行ったNo. 5は縦筋が少なくなり、これにより第2エッチング工程により縦筋が抑制されることが確認

された。第2エッチング工程を行い、かつ第1エッチング工程のガスを $H_2$ にしたNo. 6では縦筋が存在していなかった。つまり、ArFフォトレジスト層65がプラズマに対する耐性の低い材料で構成されている場合、第2エッチング工程に加えて、第1エッチング工程で $H_2$ により反射防止層63をエッチングすることによりフォトレジスト層の変形の指標である縦筋が発生しなくなることが確認された。

【0035】

【表1】

No.		1	2	3	4	5	6
A-Fフォトレジスト		アクリル酸樹脂		メタクリル酸樹脂			
第1エッチング工程	圧力(Pa) (カッコ内数値はmTorr)	6.7 (50)	2.0 (15)	6.7 (50)	2.0 (15)		
	第1の高周波電源からの電力(W)	1000	2200	1000	2200		
	第2の高周波電源からの電力(W)	100	100	100	100		
	ガスと流量(mL/min)	CF <sub>4</sub> :100	H <sub>2</sub> :100	CF <sub>4</sub> :100	H <sub>2</sub> :100		
第2エッチング工程	圧力(Pa) (カッコ内数値はmTorr)	なし	2.7 (20)	なし	2.7 (20)		
	第1の高周波電源からの電力(W)		1800		1800		
	第2の高周波電源からの電力(W)		1800		1800		
	ガスと流量(mL/min)		CF <sub>4</sub> :120 H <sub>2</sub> :180		CF <sub>4</sub> :120 H <sub>2</sub> :180		
第3エッチング工程	圧力(Pa) (カッコ内数値はmTorr)	6.7 (50)		2.7 (20)			
	第1の高周波電源からの電力(W)	1800		1800			
	第2の高周波電源からの電力(W)	1150		1800			
	ガスと流量(mL/min)	C <sub>4</sub> F <sub>6</sub> :25 O <sub>2</sub> :26 Ar:700		直鎖C <sub>5</sub> F <sub>8</sub> :27 O <sub>2</sub> :30 Ar:500			
縦筋		有	無	無	有	少	無

【0036】

## 【発明の効果】

以上説明したように、第1発明によれば、エッチング対象層と、このエッチング対象層を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆う開口パターンが形成されたマスク層とを有する被処理体をエッチングするにあたり、CF<sub>4</sub>とH<sub>2</sub>のプラズ

マを用いたエッチング対象層の第2エッチング工程によって、マスク層表面に、特にエッチング対象層との境界付近により多く保護膜が形成され、その後の第3エッチング工程におけるマスク層の形状の変形を抑制することができる。また、第1エッチング工程において、反射防止層を $H_2$ のプラズマを用いてエッチングすることにより、第3エッチング工程におけるマスク層の形状の変形をより有効に抑制することができる。

## 【0037】

また、第2発明によれば、エッチング対象層と、このエッチング対象層を覆う反射防止層と、この反射防止層を覆う開口パターンが形成されたアクリル酸樹脂からなるマスク層とを有する被処理体をエッチングするにあたり、 $CF_4$ と $H_2$ のプラズマを用いたエッチング対象層の第2エッチング工程によって、マスク層表面に、特にエッチング対象層との境界付近により多く保護膜が形成され、その後の第3エッチング工程におけるマスク層の形状の変形を抑制することができる。また、マスク層を微細加工可能なマスク材の中で比較的変形耐性の高いアクリル酸樹脂からなるものとしたので、反射防止層のエッチングにおいて $H_2$ ガスを用いなくても、第3エッチング工程におけるマスク層の形状の変形はほとんど生じない。したがって、第1エッチング工程では $H_2$ よりもエッチングレートが高く、マスク層へのダメージがフロロカーボンの中でも最も少ない $CF_4$ のプラズマを用いて高速で反射防止層をエッチングすることができる。

## 【0038】

さらに、第3発明によれば、エッチング対象層と、このエッチング対象層を覆う開口パターンが形成された $ArF$ フォトレジストまたは $F_2$ フォトレジストからなるマスク層とを有する被処理体をエッチングするにあたり、 $CF_4$ と $H_2$ のプラズマを用いたエッチング対象層の初期エッチング工程によって、マスク層表面に、特にエッチング対象層との境界付近により多く保護膜が形成され、その後のフルオロカーボンを含むガスを用いた主エッチング工程におけるマスク層の形状の変形を抑制することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】



本発明が適用できるプラズマエッチング装置の概略断面図。

【図 2】

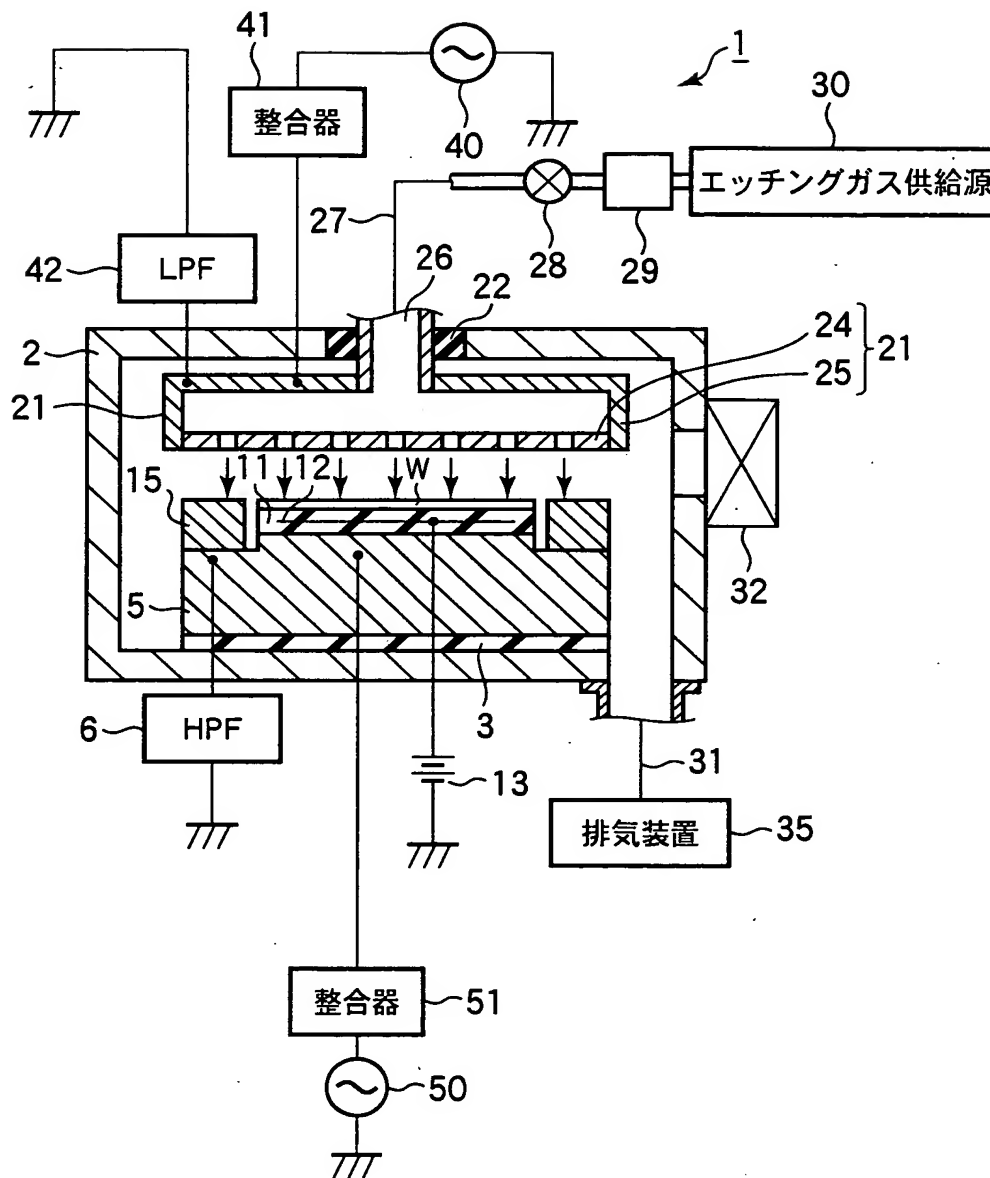
本発明の一実施形態を実施する際における各工程の被処理体のエッチング対象部の状態を模式的に示す断面図。

【符号の説明】

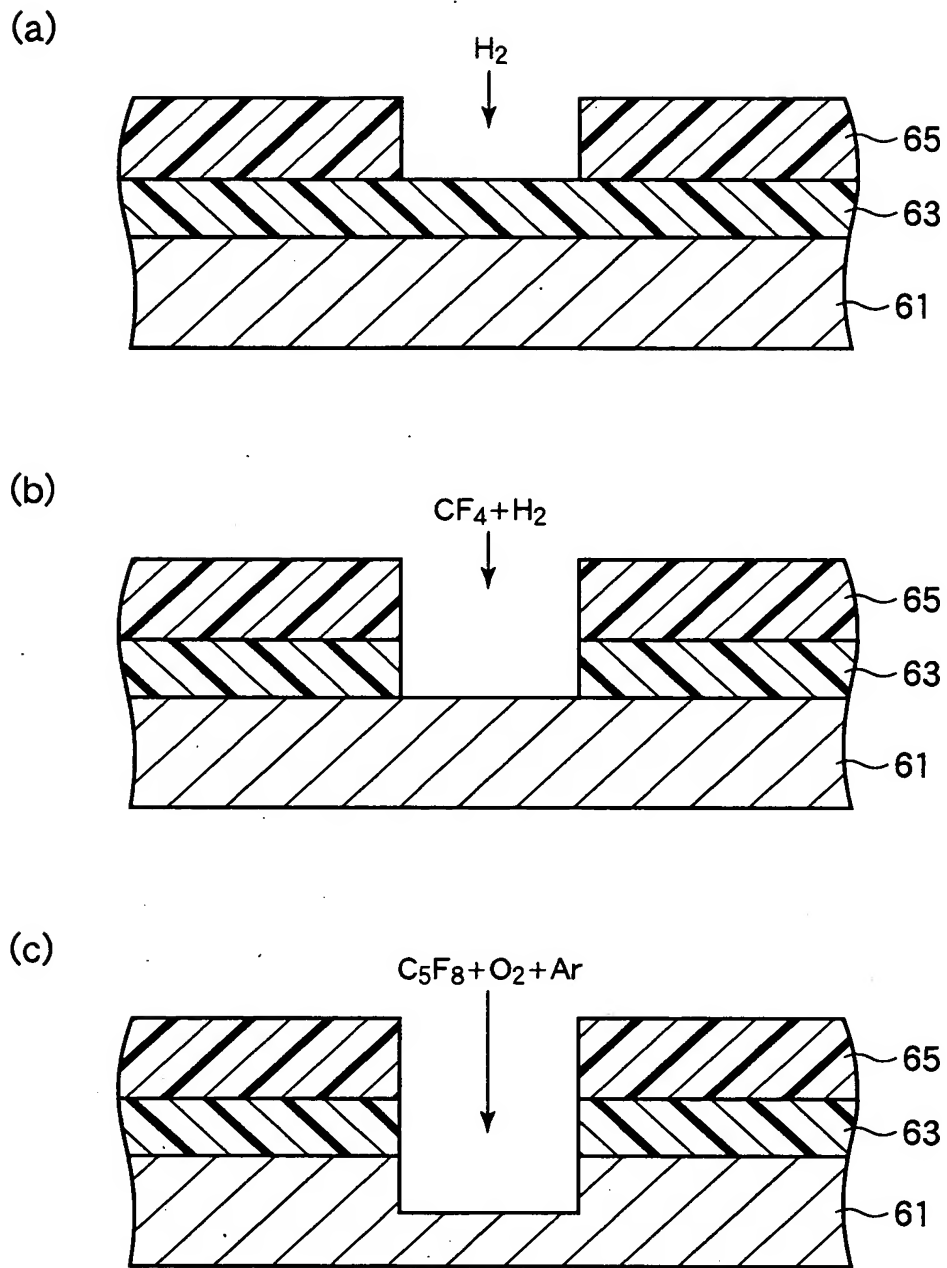
- 1 : プラズマエッチング装置
- 5 ; サセプタ
- 2 1 ; 上部電極
- 3 0 ; エッチングガス供給源
- 4 0, 5 0 ; 高周波電源
- 6 1 ;  $\text{SiO}_2$  層 (エッチング対象層)
- 6 3 ; 反射防止層
- 6 5 ; Ar F フォトレジスト層 (マスク層)
- W : 被処理体

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 マスク層の形状を維持しながらエッチング対象層をプラズマエッチングすることができるプラズマ処理方法を提供すること。

【解決手段】 エッチング対象層 61 と、このエッチング対象層 61 を覆う反射防止層 63 と、この反射防止層 63 を覆う開口パターンが形成されたマスク層 65 とを有する被処理体 W を載置台に載置し、最初に、 $H_2$  をプラズマ化し、前記マスク層の開口パターンを通して前記反射防止層 63 をエッチングする第 1 エッチング工程を行い、次いで、 $CF_4$  と  $H_2$  をプラズマ化し、マスク層 65 の開口パターンを通してエッチング対象層 61 を途中までエッチングする第 2 エッチング工程を行い、この第 2 エッチング工程の後、直鎖  $C_5F_8$  と  $O_2$  とを含むエッチングガスをプラズマ化し、エッチング対象層 61 をエッチングする第 3 エッチング工程を行う。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-003540
受付番号	50300026998
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成15年 1月10日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成15年 1月 9日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日 1994年 9月 5日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都港区赤坂5丁目3番6号  
氏 名 東京エレクトロン株式会社
2. 変更年月日 2003年 4月 2日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都港区赤坂五丁目3番6号  
氏 名 東京エレクトロン株式会社